

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6076683号
(P6076683)

(45) 発行日 平成29年2月8日(2017.2.8)

(24) 登録日 平成29年1月20日(2017.1.20)

(51) Int.Cl.		F I			
H05B 33/22	(2006.01)	H05B 33/22		Z	
H05B 33/12	(2006.01)	H05B 33/12		E	
H01L 51/50	(2006.01)	H05B 33/12		B	
		H05B 33/12		C	
		H05B 33/14		A	

請求項の数 9 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2012-230151 (P2012-230151)
 (22) 出願日 平成24年10月17日(2012.10.17)
 (65) 公開番号 特開2014-82133 (P2014-82133A)
 (43) 公開日 平成26年5月8日(2014.5.8)
 審査請求日 平成27年9月14日(2015.9.14)

(73) 特許権者 000153878
 株式会社半導体エネルギー研究所
 神奈川県厚木市長谷398番地
 (73) 特許権者 000005049
 シャープ株式会社
 大阪府堺市堺区匠町1番地
 (74) 代理人 100110858
 弁理士 柳瀬 睦肇
 (74) 代理人 100100413
 弁理士 渡部 温
 (72) 発明者 波多野 薫
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁層上に形成された第1の電極及び第2の電極と、
 前記絶縁層上に形成され、前記第1の電極と前記第2の電極との間に位置する隔壁と、
 前記隔壁上に形成された凸部と、
 前記第1の電極、前記隔壁、前記凸部及び前記第2の電極それぞれの上に形成された第1の発光ユニットと、
 前記第1の発光ユニット上に形成された中間層と、
 前記中間層上に形成された第2の発光ユニットと、
 前記第2の発光ユニット上に形成された第3の電極と、

を具備し、

前記凸部の側面及び前記隔壁の側面によってくびれが形成され、
前記くびれにおいて、前記第1の発光ユニット及び前記中間層が切れており、
前記くびれにおいて、前記第2の発光ユニットが段切れしないことを特徴とする発光装置。

【請求項2】

請求項1において、
 前記凸部の側面と前記隔壁との間に空間を有することを特徴とする発光装置。

【請求項3】

請求項1または2において、

10

20

前記凸部の端部は、前記隔壁上における前記隔壁の被形成面に対して傾斜した面に形成されていることを特徴とする発光装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項において、

前記くびれの変曲点が前記隔壁に形成されていることを特徴とする発光装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項において、

前記凸部が前記隔壁の被形成面と平行方向に最も迫り出した第 1 の点から前記被形成面に対して引いた垂線と前記隔壁の表面との交点を第 2 の点とした場合の前記第 1 の点と前記第 2 の点の距離は、前記第 1 の電極上に位置する前記第 1 の発光ユニット及び前記中間層の合計厚さより大きく、前記第 1 の電極上に位置する前記第 1 の発光ユニット、前記中間層、前記第 2 の発光ユニット及び前記第 3 の電極の合計厚さ以下であることを特徴とする発光装置。

10

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項において、

前記凸部が前記隔壁の被形成面と平行方向に最も迫り出した第 1 の点から前記被形成面に対して引いた垂線と前記第 2 の発光ユニットの表面との交点を第 3 の点とした場合の前記第 1 の点と前記第 3 の点の距離は、前記第 3 の電極の厚さより小さいことを特徴とする発光装置。

20

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項において、

前記第 1 の発光ユニットはキャリア注入層を有することを特徴とする発光装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一項において、

前記第 1 の電極及び前記第 2 の電極の上に配置されたカラーフィルタを有し、

前記カラーフィルタは、前記第 1 の電極と重なる第 1 の色と、前記第 2 の電極と重なる第 2 の色を有することを特徴とする発光装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか一項において、

前記第 1 の電極上に形成された前記第 1 の発光ユニット、前記中間層及び前記第 2 の発光ユニットに対応する第 1 の発光素子と、前記第 2 の電極上に形成された前記第 1 の発光ユニット、前記中間層及び前記第 2 の発光ユニットに対応する第 2 の発光素子を有し、前記第 1 の発光素子と、前記第 1 の発光素子に隣接する前記第 2 の発光素子が異なる色を呈する場合は、前記第 1 の発光素子と前記第 2 の発光素子の間に前記凸部が設けられ、前記第 1 の発光素子と、前記第 1 の発光素子に隣接する前記第 2 の発光素子が同じ色を呈する場合は、前記第 1 の発光素子と前記第 2 の発光素子の間に前記凸部が設けられていないことを特徴とする発光装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、タンデム素子を有する発光装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

有機 EL ディスプレイの商品化が加速している。屋外での使用にも耐えられるよう、ディスプレイに求められる輝度は年々増加している。

一方、有機 EL 素子の発光輝度は電流に比例して大きくなることが知られており、高い輝度で発光させることが可能である。

【0003】

しかし、大きな電流を流すと有機 EL 素子の劣化を早めてしまう。このため、少ない電流で高い輝度を得ることができれば、発光素子の寿命を延ばすことが可能である。そこで

50

、少ない電流で高い輝度が得られる発光素子として、複数の発光ユニットが積層されたタンデム素子が提案されている（例えば特許文献1参照）。

【0004】

なお、本明細書において、発光ユニットとは、両端から注入された電子と正孔が再結合する領域を1つ有する層または積層体をいう。

【0005】

電極間に一の構成の発光ユニットがn個積層されたタンデム素子は、発光ユニットに一つの発光素子（シングル素子）の1/nの密度の電流を流すことによって、同等の発光を得ることができる。また、該タンデム素子は、同じ電流密度で、該シングル素子のn倍の輝度を実現できる。

10

【0006】

隣接してタンデム素子が設けられた発光パネルにおいては、クロストーク現象の発生という課題がある。クロストーク現象とは、隣接するタンデム素子に一の導電性の高い層が設けられている場合、当該導電性の高い層を介して隣接するタンデム素子に電流がリークして発光してしまう現象である。

【0007】

タンデム素子では、導電性の高い中間層を介して複数の層を積層しており、構造上導電性の高い層と導電性の低い層とを有する。また、タンデム素子では、駆動電圧を低下させるために、有機化合物と金属酸化物との混合材料や導電性高分子等を含む導電性の高いキャリア注入層を用いることが多い。また、タンデム素子はシングル素子と比較して陽極と陰極間の電気抵抗が高く、導電性の高い層を経由して隣接画素へ電流が広がりやすい。

20

【0008】

図12は、導電性の高い中間層86によってクロストーク現象が発生することを説明するための模式図である。白色を呈する光を発するタンデム素子が3本のストライプ状に設けられた発光パネル（白色パネル）において、第2のタンデム素子（Bライン、青ライン）のみ駆動させた様子を示す断面図である。

【0009】

発光パネルは、互いに隣接して配置された第1～第3のタンデム素子を有している。第1のタンデム素子（Rライン、赤ライン）は、上部電極81と第1の下部電極82との間に配置されている。第2のタンデム素子は、上部電極81と第2の下部電極83との間に配置されている。第3のタンデム素子（Gライン、緑ライン）は、上部電極81と第3の下部電極84との間に配置されている。

30

【0010】

第1～第3のタンデム素子それぞれは、第1の発光ユニット85、中間層86及び第2の発光ユニット87が順に積層されている。例えば、第1の発光ユニット85は青色を呈する光を発する発光層を有し、第2の発光ユニット87は緑色を呈する光を発する発光層及び赤色を呈する光を発する発光層を有する構成とし、各タンデム素子から白色を呈する発光を得ることができる。

【0011】

図12では、透光性を有する上部電極を用い、上部電極上に対向ガラス基板88が配置されている。対向ガラス基板88は図示されていない青色カラーフィルタ、赤色カラーフィルタ及び緑色カラーフィルタを有している。赤色カラーフィルタは第1の下部電極82に重ねられ、青色カラーフィルタは第2の下部電極83に重ねられ、緑色カラーフィルタは第3の下部電極84に重ねられている。

40

【0012】

上記の発光パネルにおいて第2の下部電極83と上部電極81に電圧を印加して青ラインのみを駆動する際に、導電性の高い中間層86を介して隣接する第1のタンデム素子または第3のタンデム素子に電流がリークし、赤ラインまたは緑ラインが発光してクロストーク現象が発生することがある。

【0013】

50

図13は、導電性の高いキャリア注入層（正孔注入層または電子注入層）89によってクロストーク現象が発生することを説明するための模式図であり、発光パネル（白色パネル）において青ラインのみ駆動させた様子を示す断面図である。

【0014】

第1～第3のタンデム素子それぞれは、導電性の高いキャリア注入層89を含む第1の発光ユニット85と、中間層86と、第2の発光ユニット87と、が順に積層されている。キャリア注入層89としては例えば有機化合物と金属酸化物との混合材料や導電性高分子等を用いた導電性の高い層が挙げられる。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0015】

【特許文献1】特開2008-234885号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

本発明の一態様は、タンデム素子を有する発光装置のクロストーク現象の発生を抑制することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明の一態様は、絶縁層上に形成された第1の電極及び第2の電極と、前記絶縁層上に形成され、前記第1の電極と前記第2の電極との間に位置する隔壁と、前記隔壁上に形成された凸部と、前記第1の電極、前記隔壁、前記凸部及び前記第2の電極それぞれの上に形成された第1の発光ユニットと、前記第1の発光ユニット上に形成された中間層と、前記中間層上に形成された第2の発光ユニットと、前記第2の発光ユニット上に形成された第3の電極と、を具備し、前記凸部の側面及び前記隔壁の側面によってくびれが形成されていることを特徴とする発光装置である。

20

【0018】

また、上記の本発明の一態様において、前記凸部の側面と前記隔壁との間に空間を有するとよい。

【0019】

30

また、本発明の一態様において、前記凸部において、前記第1の発光ユニット及び前記中間層が切れているとよい。

【0020】

また、本発明の一態様において、前記凸部の端部は、前記隔壁上における前記隔壁の被形成面に対して傾斜した面に形成されているとよい。

【0021】

また、本発明の一態様において、前記くびれの変曲点が前記隔壁に形成されているとよい。

【0022】

また、本発明の一態様において、前記凸部が前記隔壁の被形成面と平行方向に最も迫り出した第1の点から前記被形成面に対して引いた垂線と前記隔壁の表面との交点を第2の点とした場合の前記第1の点と前記第2の点の距離は、前記第1の電極上に位置する前記第1の発光ユニット及び前記中間層の合計厚さより大きく、前記第1の電極上に位置する前記第1の発光ユニット、前記中間層、前記第2の発光ユニット及び前記第3の電極の合計厚さ以下であるとよい。

40

【0023】

また、本発明の一態様において、前記凸部が前記隔壁の被形成面と平行方向に最も迫り出した第1の点から前記被形成面に対して引いた垂線と前記第2の発光ユニットの表面との交点を第3の点とした場合の前記第1の点と前記第3の点の距離は、前記第3の電極の厚さより小さいとよい。

50

【0024】

また、本発明の一態様において、前記第1の発光ユニットはキャリア注入層を有すると駆動電圧を低下させることができるためよい。本発明の一態様の発光装置では、凸部（以下、「スペーサ」ともいう。）においてキャリア注入層を段切れさせることができる。従って、駆動電圧低下のためにキャリア注入層を設ける場合でも、クロストーク現象の発生を抑制することができる。

【0025】

また、本発明の一態様において、前記第1の電極及び前記第2の電極の上に配置されたカラーフィルタを有し、前記カラーフィルタは、前記第1の電極と重なる第1の色と、前記第2の電極と重なる第2の色を有するとよい。

10

【0026】

なお、本明細書中における発光装置は、発光素子を画素（または副画素）に備える表示装置を含むものとする。また、発光パネルは、発光素子を備える画素が隣接して設けられる表示パネルを含むものとする。なお、発光モジュールは発光素子を含んで構成され、発光素子は発光層を含む発光ユニットを備える。

【発明の効果】

【0027】

本発明の一態様を適用することで、タンデム素子を有する発光装置のクロストーク現象の発生を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

20

【0028】

【図1】(A)は本発明の一態様の表示装置に用いることができる表示パネルの構造の上面図、(B)は(A)の切断線A-BおよびC-Dにおける断面を含む構造の側面図。

【図2】(A)は画素の上面図、(B)は(A)の破線M-N間の断面図、(C)は、(A)の変形例を示す画素の上面図、(D)は(A)の変形例を示す画素の上面図。

【図3】(A)、(B)は図2(B)に示す隔壁、スペーサ、発光素子を拡大した断面図。

【図4】(A)、(B)は図2(B)の変形例を示す断面図。

【図5】(A)は発光ユニットが2つ積層されたタンデム型の発光素子の構成を説明するための図、(B)は発光ユニットの具体的な構成の一例を示す図、(C)は発光ユニットが複数積層されたタンデム型の発光素子の構成を示す図。

30

【図6】図3(A)の変形例を示す断面図。

【図7】(A)は実施例の発光素子の隔壁とスペーサの断面構造を示す写真、(B)は(A)に示すくびれ153を拡大した写真、(C)は(A)に示す領域154を拡大した写真。

【図8】(A)~(C)は図7(B)と同様の断面を示す写真であってくびれの高さ等を詳細に説明する図。

【図9】図7(B)と同様の断面を示す写真であってくびれの高さ等を詳細に説明する図。

【図10】実施例の発光素子を備えた発光パネルを青単色で表示させた写真。

40

【図11】(A)は比較例の発光素子の隔壁の断面構造を示す写真、(B)は比較例の発光素子を備えた発光パネルを青単色で表示させた写真。

【図12】導電性の高い中間層によってクロストーク現象が発生することを説明するための模式図。

【図13】導電性の高いキャリア注入層によってクロストーク現象が発生することを説明するための模式図。

【発明を実施するための形態】

【0029】

以下では、本発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。ただし、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及

50

び詳細を様々に変更し得ることは、当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

【0030】

(実施の形態1)

<表示パネルの構成>

本発明の一態様の表示装置に用いることができる表示パネルの構成を図1に示す。図1(A)は本発明の一態様の表示装置に用いることができる表示パネルの構造の上面図であり、図1(B)は図1(A)の切断線A-BおよびC-Dにおける断面を含む構造の側面図である。

【0031】

本実施の形態で例示して説明する表示パネル400は、第1の基板410上に表示部401を有し、表示部401には画素402が複数設けられている。また、画素402には複数(例えば3つ)の副画素が設けられている(図1(A)参照)。また、第1の基板410上には表示部401と共に当該表示部401を駆動するソース側の駆動回路部403s、ゲート側の駆動回路部403gが設けられている。なお、駆動回路部を第1の基板410上ではなく外部に形成することもできる。

【0032】

表示パネル400は外部入力端子を備え、FPC(フレキシブルプリントサーキット)409を介して、ビデオ信号、クロック信号、スタート信号、リセット信号等を受け取る。

【0033】

シール材405は、第1の基板410と第2の基板(以下、「対向基板」ともいう。)170を貼り合わせ、その間に形成された空間431に表示部401が封止されている(図1(B)参照)。

【0034】

表示パネル400の断面を含む構造について、図1(B)を参照して説明する。表示パネル400は、ソース側の駆動回路部403sと、画素402に含まれる副画素402G及び副画素402Bと、引き回し配線408を備える。なお、本実施の形態で例示する表示パネル400の表示部401は、図中に示す矢印の方向に光を射出して、画像を表示する。

【0035】

ソース側の駆動回路部403sはnチャンネル型トランジスタ413と、pチャンネル型トランジスタ414とを組み合わせたCMOS回路を含む。なお、駆動回路はこの構成に限定されず、種々のCMOS回路、PMOS回路またはNMOS回路で構成しても良い。

【0036】

引き回し配線408は外部入力端子から入力される信号をソース側の駆動回路部403sおよびゲート側の駆動回路部403gに伝送する。

【0037】

副画素402Gは、スイッチング用のトランジスタ411と電流制御用のトランジスタ412と発光モジュール450Gとを有する。なお、トランジスタ411等の上には、絶縁層416と隔壁150とが形成されている。発光モジュール450Gは、第1の電極(以下、「第1の下部電極」ともいう。)118aと、第3の電極(以下、「上部電極」ともいう。)122と、第1の下部電極118a及び上部電極122の間に有機層120とを備える発光素子130aを有する。同様に、副画素402Bが有する発光モジュール450Bは、第2の電極(以下、「第2の下部電極」ともいう。)118bと、上部電極122と、第2の下部電極118b及び上部電極122の間に有機層120とを備える発光素子130bを有する。発光素子130a, 130bが発する光を射出する上部電極122側にカラーフィルタ171が設けられている。なお、表示部401が画像を表示する方向は、発光素子130a, 130bが発する光が取り出される方向により決定される。

【0038】

10

20

30

40

50

なお、発光素子において、下部電極又は上部電極の少なくとも一方が有機層 120 の発光を透過すれば良い。例えば、図 1 (B) では、上部電極 122 が有機層 120 の発光を透過する構成を示す。

【 0039 】

また、カラーフィルタ 171 を囲むように遮光性の膜（以下、「ブラックマトリクス」ともいう。）172 が形成されている。ブラックマトリクス 172 は表示パネル 400 が外光を反射する現象を防ぐ膜であり、表示部 401 が表示する画像のコントラストを高める効果を奏する。なお、カラーフィルタ 171 とブラックマトリクス 172 は、対向基板 170 に形成されている。

【 0040 】

絶縁層 416 は、トランジスタ 411 等の構造に由来して生じる段差を平坦化、または、トランジスタ 411 等への不純物の拡散を抑制するための、絶縁性の層であり、単一の層であっても複数の層の積層体であってもよい。隔壁 150 は開口部を有する絶縁性の層であり、発光素子 130 a , 130 b は隔壁 150 の開口部に形成される。

【 0041 】

< トランジスタの構成 >

図 1 (A) に例示する表示パネル 400 には、トップゲート型のトランジスタが適用されているがこれに限られず、ボトムゲート型のトランジスタも適用することができる。ソース側の駆動回路部 403 s、ゲート側の駆動回路部 403 g 並びに副画素にはさまざまな構造のトランジスタを適用できる。また、これらのトランジスタのチャネルが形成される領域には、さまざまな半導体を用いることができる。具体的には、アモルファスシリコン、ポリシリコン、単結晶シリコンの他、酸化物半導体などを用いることができる。酸化物半導体の一例としては、少なくともインジウム (In) あるいは亜鉛 (Zn) を含む酸化物半導体を挙げることができ、In と Zn を含む酸化物半導体が好ましい。また、ガリウム (Ga) またはスズ (Sn) から選ばれた一種または複数を含む酸化物半導体が特に好ましい。

【 0042 】

トランジスタのチャネルが形成される領域に単結晶半導体を用いると、トランジスタサイズを微細化することが可能となるため、表示部において画素をさらに高精細化することができる。

【 0043 】

半導体層を構成する単結晶半導体としては、単結晶シリコン基板などの半導体基板の他、絶縁表面上に単結晶半導体層が設けられた SOI (Silicon On Insulator) 基板を用いることができる。

【 0044 】

< 画素の構成 >

表示部 401 に設けられた画素 402 の構成について、図 2 (A) , (B) 及び図 3 を参照して説明する。

【 0045 】

図 2 は、隔壁 150、スペーサ 155 (凸部とも記す)、発光部 160 R , 160 G , 160 B の位置関係の一例について示している。図 2 (A) は画素 402 の上面図であり、図 2 (B) は図 2 (A) の破線 M - N 間の断面図の一例である。図 3 (A) , (B) は図 2 (B) に示す隔壁、スペーサ、発光素子 130 b を拡大した断面図の一例である。なお、図 2 (A) では、有機層 120、上部電極 122、オーバーコート層 173、カラーフィルタ 171、ブラックマトリクス 172、及び対向基板 170 の図示を省略している。

【 0046 】

本実施の形態で例示する画素 402 は、赤色を呈する光 R を射出する副画素 402 R、緑色を呈する光 G を射出する副画素 402 G、青色を呈する光 B を射出する副画素 402 B を有する。副画素 402 R は赤色発光部 160 R を有し、副画素 402 G は緑色発光部

10

20

30

40

50

160Gを有し、副画素402Bは青色発光部160Bを有する。赤色発光部160R、緑色発光部160G、及び青色発光部160Bそれぞれは隔壁150の開口部に位置している(図2(A)参照)。

【0047】

各色の発光部160R, 160G, 160Bは、下部電極、有機層、上部電極122からなる発光素子を含む。例えば、緑色発光部160Gは、第1の下部電極118a、有機層120、上部電極122からなる発光素子130aを含み、青色発光部160Bは、第2の下部電極118b、有機層120、上部電極122からなる発光素子130bを含む(図2(B)参照)。有機層120は第1の発光ユニット141、中間層142、及び第2の発光ユニット143を含む(図3(A)参照)。また、対向基板170上には、発光部と重なる位置に設けられたカラーフィルタ171と、隔壁150と重なる位置に設けられたブラックマトリクス172と、カラーフィルタ171及びブラックマトリクス172を覆うオーバーコート層173が形成されている(図2(B)参照)。オーバーコート層173は必要で無ければ設けなくても良い。

10

【0048】

各色の発光部160R, 160G, 160Bは、下部電極と、上部電極122と、第1の発光ユニット141、中間層142、及び第2の発光ユニット143を含む有機層120と、を有する発光素子を備える。中間層142の導電性は第1の発光ユニット141より高い。

【0049】

また、副画素402Gは、駆動用トランジスタと発光モジュール450Gとを備える。他の副画素402R, 402Bも副画素402Gと同様の構成である。発光モジュールは、それぞれ下部電極と、上部電極122と、下部電極及び上部電極122の間に位置する有機層120と、を備える発光素子を有する(図1(B)参照)。

20

【0050】

発光素子の構成としては、下部電極及び上部電極の間に、第1の発光ユニット141と中間層142と第2の発光ユニット143を含む有機層120を備える。

【0051】

なお、発光素子において、下部電極又は上部電極の少なくとも一方が有機層の発光を透過すれば良い。例えば、第1及び第2の下部電極118a, 118bに反射膜を用い、上部電極122に半透過・半反射膜を用いても良い。反射膜と半透過・半反射膜を重ねて微小共振器を構成し、その間に有機層120を設けると、半透過・半反射膜(上部電極122)側から特定の波長の光を効率良く取り出せる。取り出す光の波長は、反射膜と半透過・半反射膜の間の距離に依存し、その距離は、反射膜と半透過・半反射膜の間に光学調整層を形成して調整できる。

30

【0052】

光学調整層に用いることができる材料としては、可視光に対して透光性を有する導電膜の他、発光性の有機化合物を含む層を適用できる。例えば、電荷発生領域の厚さを調整することにより、電荷発生領域が光学調整層を兼ねる構成としてもよい。または、正孔輸送性の高い物質と、該正孔輸送性の高い物質に対してアクセプター性の物質と、を含む領域(混合材料層)の厚さを調整することにより、当該混合材料層が光学調整層を兼ねる構成としても良く、この構成を用いると、光学調整層が厚い構成であっても駆動電圧の上昇を抑制できるため好ましい。

40

【0053】

なお、発光素子の構成例については、実施の形態2で詳細に説明する。

【0054】

本実施の形態で例示する発光モジュール450Gは、それぞれの発光モジュールに設けられた発光素子の上部電極122が、半透過・半反射膜を兼ねる構成となっている。詳細には、それぞれの発光素子に共通して設けられた上部電極122が、それぞれの発光モジュールの半透過・半反射膜を兼ねる。

50

【 0 0 5 5 】

また、それぞれの発光モジュールには、発光素子の下部電極が電氣的に独立して設けられており、下部電極は、発光モジュールの反射膜を兼ねる構成となっている。

【 0 0 5 6 】

発光モジュールそれぞれの反射膜を兼ねる下部電極は、反射膜上に光学調整層が積層された構成を有する。光学調整層は可視光に対する透光性を有する導電膜で形成され、反射膜は可視光に対する反射率が高く、導電性を有する金属膜が好ましい。

【 0 0 5 7 】

光学調整層の厚さは、発光モジュールから取り出す光の波長の長さに応じて調整する。以下に詳細に説明する。

10

【 0 0 5 8 】

例えば、発光モジュール（青色）を、青色を呈する光を透過するカラーフィルタと、400nm以上500nm未満の波長の光を強め合うように光学距離を調整された反射膜を兼ねる下部電極と半透過・半反射膜を兼ねる上部電極を備える構成とする。

【 0 0 5 9 】

また、発光モジュール450Gを、緑色を呈する光を透過するカラーフィルタと、500nm以上600nm未満の波長の光を強め合うように光学距離を調整された反射膜と半透過・半反射膜を備える構成とする。

【 0 0 6 0 】

また、発光モジュール（赤色）を、赤色を呈する光を透過するカラーフィルタと、600nm以上800nm未満の波長の光を強め合うように光学距離を調整された反射膜と半透過・半反射膜を備える構成とする。

20

【 0 0 6 1 】

このような構成の発光モジュールは、反射膜と半透過・半反射膜の間で発光素子が発する光が干渉し合い、400nm以上800nm未満の波長を有する光のうち特定の光が強め合い、さらにカラーフィルタが不要な光を吸収する。

【 0 0 6 2 】

なお、それぞれの発光モジュールは、いずれも第1の発光ユニット141と中間層142と第2の発光ユニット143を有する有機層120を含む。また、発光素子それぞれの対の電極（下部電極と上部電極）の一方が反射膜を兼ね、他方が半透過・半反射膜を兼ねている。

30

【 0 0 6 3 】

このような構成の発光モジュールは、発光ユニットを同一の工程で形成できる。

【 0 0 6 4 】

< 隔壁とスペーサ（凸部）の構成 >

隔壁150は、画素402の周囲、副画素402B, 402G, 402Rの周囲及び発光部160R, 160G, 160Bの周囲に形成されている（図2（A）参照）。

【 0 0 6 5 】

隔壁150は、第1及び第2の下部電極118a, 118bの相互間に形成され、且つ第1及び第2の下部電極118a, 118bそれぞれの端部を覆うように形成されている。隔壁150上にはスペーサ155が形成されており、スペーサ155は隔壁150の被形成面と平行方向に迫り出した形状であるとよく、スペーサ155の側面及び隔壁150の側面によってくびれが形成されているとよい。つまり、スペーサ155は、隔壁150の外表面に凸形状で形成され、スペーサ155の側面と隔壁150の側面でくびれが形成されているとよい。それにより、スペーサ155の側面と隔壁150との間に空間（空隙）156を有することが好ましい。隔壁150及びスペーサ155の材料としては、それぞれポジ型やネガ型の感光性樹脂を用いることができる（図2（B）参照）。

40

【 0 0 6 6 】

図3（A）に示すように、スペーサ155が隔壁150の被形成面と平行方向に最も迫り出した点を第1の点Xとし、その第1の点Xから隔壁150の被形成面又は基板の表面

50

に対して引いた垂線と隔壁 150 の表面との交点を第 2 の点 Y 1 とし、第 1 の点 X と第 2 の点 Y 1 の距離をくびれの高さ L 1 とする。この場合、くびれの高さ L 1 は、第 2 の下部電極 118 b 上に位置する第 1 の発光ユニット 141 及び中間層 142 の合計厚さ A 1 より大きく、第 2 の下部電極 118 b 上に位置する第 1 の発光ユニット 141、中間層 142、第 2 の発光ユニット 143 及び上部電極 122 の合計厚さ A 2 以下であるとよい。これにより、スペーサ 155 の側面において第 1 の発光ユニット 141 及び導電性の高い中間層 142 を段切れさせ、且つ上部電極 122 を段切れさせないようにすることができる。なお、第 1 の点 X と第 2 の点 Y 1 を結ぶ線の内側は空間（空隙）156 が存在する。

【0067】

ここで、スペーサ 155 を設けることで、上部電極 122 の膜厚が薄い領域が生じると、上部電極 122 の抵抗に起因した電位降下による発光不良から、表示の輝度ムラ等の不具合が生じる場合がある。したがって、図 6 に示すように、第 2 の発光ユニット 143 を段切れさせないことで、上部電極 122 が段切れしないだけでなく、上部電極 122 の薄膜化を抑制することが好ましい。

【0068】

図 3 (B) に示すように、スペーサ 155 が隔壁 150 の被形成面と平行方向に最も迫り出した点を第 1 の点 X とし、その第 1 の点 X から隔壁 150 の被形成面又は基板の表面に対して引いた垂線と第 2 の発光ユニット 143 の表面との交点を第 3 の点 Y 2 とし、第 1 の点 X と第 3 の点 Y 2 の距離を L 2 とする。この場合、距離 L 2 は、上部電極 122 の厚さ A 3 より小さいとよい。これにより、有機層 120 を構成する全ての層が段切れしても、上部電極 122 を段切れしないようにすることができる。なお、厚さ A 1, A 2, A 3 は、各層の表面から、第 2 の下部電極 118 b の被形成面又は基板の表面に対して引いた垂線上の値である。

【0069】

また、本発明の一態様に係る有機 EL 素子の例は、下記のとおりである。

第 1 の発光ユニット 141 の膜厚： 約 75 nm (30 nm ~ 200 nm)

中間層 142 の厚さ： 約 30 nm (1 nm ~ 100 nm)

第 2 の発光ユニット 143 の膜厚： 約 90 nm (30 nm ~ 200 nm)

上部電極 122 (透明電極又は反射電極)： 厚さ 15 nm の MgAg と厚さ 70 nm の ITO (酸化インジウムスズ; Indium Tin Oxide) の積層 (合計厚さ 5 nm ~ 200 nm)

【0070】

スペーサ 155 の配置は、図 2 (A) に示す配置に限定されるものではなく、図 2 (C) 又は図 2 (D) に示す配置にしてもよい。図 2 (A) に示すスペーサ 155 では、隣接する全ての発光部間に設けられている。図 2 (C), (D) に示すスペーサ 155 では、隣接し異なる色を呈する発光部間に設けられ、隣接し同じ色を呈する発光部間には設けられていない。つまり、スペーサ 155 は、少なくとも隣接し異なる色を呈する発光部間に設けられていれば良い。これにより、隣接し異なる色を呈する発光部間に位置するスペーサ 155 において第 1 の発光ユニット 141 及び中間層 142 を段切れさせることができる。

【0071】

スペーサ 155 と隔壁 150 によって作られるくびれの形状は、図 2 (B) に示す形状に限定されるものではなく、図 4 (A) に示す形状にすると好ましい。図 2 (B) では、くびれの変曲点が隔壁 150 とスペーサ 155 の接触面に形成されるが、図 4 (A) では、くびれの変曲点が隔壁 150 に形成される。つまり、スペーサ 155 は、隔壁 150 の外表面に凸形状で形成され、隔壁 150 の側面に、くびれの変曲点が形成されるとよい。スペーサ 155 を形成する際に、スペーサ 155 をマスクとして隔壁 150 をエッチングすることにより、くびれの変曲点を隔壁 150 に形成することができる。これにより、上記のくびれの高さ L 1 をより高くすることができる。

【0072】

10

20

30

40

50

スペーサ 155 の配置は、図 2 (B) に示す配置に限定されるものではなく、図 4 (B) に示す配置にすると好ましい。つまり、図 2 (B) に示すように、スペーサ 155 の端部は、隔壁 150 の表面の平坦部 (即ち、隔壁 150 の被形成面に概略平行な面を有する領域) に設けられているが、図 4 (B) に示すように、スペーサ 155 の端部は、隔壁 150 の表面の傾斜部 (即ち、隔壁 150 の被形成面に対して傾斜した面又は平行でない面を有する領域) に設けられていると好ましい。このように隔壁 150 の表面の傾斜部にスペーサ 155 の端部を配置することで、上記のくびれの高さ L1 をより高くすることができる。

【 0073 】

なお、図 2 (B) 及び図 4 (A) , (B) では、隣接する発光部間の有機層 120 は切れており、上部電極 122 は切れていない場合の例を示している。

また、図 2 (C) , (D) では、有機層 120、上部電極 122、オーバーコート層 173、カラーフィルタ 171、ブラックマトリクス 172、及び対向基板 170 の図示を省略しており、隔壁 150 の開口部が、発光部 (赤色発光部 160R、緑色発光部 160G、又は青色発光部 160B) に相当する。

【 0074 】

本実施の形態によれば、スペーサ 155 と隔壁 150 によって作られるくびれにおいて第 1 の発光ユニット 141 を段切れさせることにより、第 1 の発光ユニット 141 に含まれる導電性の高い層 (例えばキャリア注入層等) についても段切れさせることができる。このため、その導電性の高い層は導電性が損なわれて流れる電流が抑制され、隣の発光色が異なる画素間、または副画素間でのクロストーク現象を抑制することができる。

【 0075 】

また、スペーサ 155 と隔壁 150 によって作られるくびれにおいて中間層 142 を段切れさせることにより、中間層 142 は導電性が損なわれて流れる電流が抑制され、隣の発光色が異なる画素間、または副画素間でのクロストーク現象を抑制することができる。

【 0076 】

また、上部電極 122 を段切れさせないようにすることにより、隣接する画素において、上部電極 122 の電位が等しくなり、上部電極 122 が面状に等電位、好ましくは上部電極 122 の全体が等電位となり、電圧降下を抑制できる等の効果がある。

【 0077 】

また、半透過・半反射膜を第 1 の基板 410 側に設けて、発光モジュールが発する光を第 1 の基板 410 側に取り出して、画像を表示する構成においては、隔壁 150 に可視光を吸収する材料を適用すると、当該隔壁が、第 1 の基板 410 に設けた半透過・半反射膜が反射する外光を吸収し、その反射を抑制できる。

【 0078 】

< 封止構造 >

本実施の形態で例示する表示パネル 400 は、第 1 の基板 410、第 2 の基板 170、およびシール材 405 で囲まれた空間 431 に、発光素子を封止する構造を備える (図 1 参照) 。

【 0079 】

空間 431 は、不活性気体 (窒素やアルゴン等) で充填される場合のほか、樹脂で充填される場合もある。また、不純物 (代表的には水および / または酸素) の吸着材 (例えば、乾燥剤など) を空間 431 に導入しても良い。

【 0080 】

シール材 405 および第 2 の基板 170 は、大気中の不純物 (代表的には水および / または酸素) をできるだけ透過しない材料であることが望ましい。シール材 405 にはエポキシ系樹脂や、ガラスフリット等を用いることができる。

【 0081 】

第 2 の基板 170 に用いることができる材料としては、ガラス基板や石英基板のほか、P V F (ポリビニルフロライド)、ポリエステルまたはアクリル等からなるプラスチック基

10

20

30

40

50

板や、FRP (Fiberglass - Reinforced Plastics) 等をその例に挙げることができる。

【0082】

< 発光装置の製造方法 >

本発明の一態様に係る発光装置の製造方法について図2 (B) 及び図3を参照しつつ説明する。

【0083】

絶縁層416上に電極層を形成し、この電極層上にフォトリソ膜 (図示せず) を形成し、このフォトリソ膜を露光及び現像することにより、電極層上にはレジストマスクが形成される。次いで、このレジストマスクをマスクとして電極層をエッチング加工することにより、絶縁層416上に第1及び第2の下部電極118a, 118bを形成する (図2 (B) 参照)。

10

【0084】

次に、第1及び第2の下部電極118a, 118bそれぞれの端部上及び絶縁層416上に隔壁150を形成する。次いで、隔壁150、第1及び第2の下部電極118a, 118bの上に感光性ポジ型材料膜を塗布し、この感光性ポジ型材料膜を露光及び現像することにより、隔壁150上にスペーサ155を形成する。スペーサ155は隔壁150の被形成面と平行方向に迫り出した形状とされ、スペーサ155の側面及び隔壁150の側面によってくびれが形成される。

【0085】

20

次に、第1及び第2の下部電極118a, 118b、隔壁150及びスペーサ155の上に蒸着法により第1の発光ユニット141を形成し、第1の発光ユニット141上に蒸着法により中間層142を形成する。中間層142の導電性は、第2の発光ユニット143よりも高い。次に、中間層142上に蒸着法により第2の発光ユニット143を形成し、第2の発光ユニット143上に上部電極122を形成する。

【0086】

スペーサ155の側面及び隔壁150の側面によって形成されたくびれの高さL1は、第2の下部電極118b上に位置する第1の発光ユニット141及び中間層142の合計厚さA1より大きく、第2の下部電極118b上に位置する第1の発光ユニット141、中間層142、第2の発光ユニット143及び上部電極122の合計厚さA2以下である。このため、くびれにおいて第1の発光ユニット141、導電性の高い中間層142及び第2の発光ユニット143は段切れし、上部電極122は段切れしない (図3 (A) 参照)。

30

【0087】

次に、隔壁上に位置する上部電極122と近接または接するカラーフィルタ171を配置し、シール材によって発光素子を不活性気体または樹脂によって封止する。カラーフィルタ171は、例えば、第1の下部電極118aと重なる緑色のカラーフィルタと、第2の下部電極118bと重なる青色のカラーフィルタを有し、青色のカラーフィルタと緑色のカラーフィルタの間には遮光性の膜172が形成されている (図2 (B) 参照)。

【0088】

40

(実施の形態2)

本発明の一態様の発光モジュールに用いることができる発光素子の構成について図5を参照しつつ説明する。

【0089】

本実施の形態で例示する発光素子は、下部電極、上部電極、及び下部電極と上部電極の間に有機層を備える。下部電極または上部電極のいずれか一方は陽極、他方は陰極として機能する。有機層は下部電極と上部電極の間に設けられ、該有機層の構成は下部電極と上部電極の材質に合わせて適宜選択すればよい。

【0090】

< 発光素子の構成例 >

50

発光素子の構成の一例を図5(A)に示す。図5(A)に例示する発光素子は、陽極1101と陰極1102の間に発光ユニット1103aと発光ユニット1103bを含む有機層が設けられている。さらに、発光ユニット1103aと、発光ユニット1103bとの間には中間層1104が設けられている。

【0091】

陽極1101と陰極1102の間に、発光素子の閾値電圧より高い電圧を印加すると、有機層に陽極1101の側から正孔が注入され、陰極1102の側から電子が注入される。注入された電子と正孔は有機層において再結合し、有機層に含まれる発光物質が発光する。

【0092】

陽極1101と陰極1102の間に設ける発光ユニットの数は2つに限定されない。図5(C)に例示する発光素子は、発光ユニット1103が複数積層された構造、所謂、タンデム型の発光素子の構成を備える。但し、例えば陽極と陰極の間にn(nは2以上の自然数)層の発光ユニット1103を設ける場合には、m番目の発光ユニットと、(m+1)番目の発光ユニットとの間に、それぞれ中間層1104を設ける構成とする。

【0093】

発光ユニット1103は、少なくとも発光物質を含む発光層を1つ以上備えていればよく、発光層以外の層と積層された構造であっても良い。発光層以外の層としては、例えば正孔注入性の高い物質、正孔輸送性の高い物質、正孔輸送性に乏しい(ブロッキングする)物質、電子輸送性の高い物質、電子注入性の高い物質、並びにバイポーラ性(電子及び正孔の輸送性の高い)の物質等を含む層が挙げられる。特に、陽極に接して設けられる正孔注入性の高い物質を含む層および陰極に接して設けられる電子注入性の高い物質を含む層は、電極から発光ユニットへのキャリアの注入に係る障壁を低減する。これらの層はキャリア注入層といえることができる。

【0094】

発光ユニット1103の具体的な構成の一例を図5(B)に示す。図5(B)に示す発光ユニット1103は、正孔注入層1113、正孔輸送層1114、発光層1115、電子輸送層1116、並びに電子注入層1117が陽極1101側からこの順に積層されている。

【0095】

中間層1104の具体的な構成の一例を図5(A)に示す。中間層1104は少なくとも電荷発生領域を含んで形成されていればよく、電荷発生領域以外の層と積層された構成であってもよい。例えば、第1の電荷発生領域1104c、電子リレー層1104b、及び電子注入バッファ層1104aが陰極1102側から順次積層された構造を適用することができる。

【0096】

中間層1104における電子と正孔の挙動について説明する。陽極1101と陰極1102の間に、発光素子の閾値電圧より高い電圧を印加すると、第1の電荷発生領域1104cにおいて、正孔と電子が発生し、正孔は陰極1102側に設けられた発光ユニット1103bへ移動し、電子は電子リレー層1104bへ移動する。

【0097】

電子リレー層1104bは電子輸送性が高く、第1の電荷発生領域1104cで生じた電子を電子注入バッファ層1104aに速やかに受け渡す。電子注入バッファ層1104aは発光ユニット1103aに電子を注入する障壁を緩和し、発光ユニット1103aへの電子注入効率を高める。従って、第1の電荷発生領域1104cで発生した電子は、電子リレー層1104bと電子注入バッファ層1104aを経て、発光ユニット1103aの最低空軌道準位(以下、「LUMO準位」という。)に注入される。

【0098】

また、電子リレー層1104bは、第1の電荷発生領域1104cを構成する物質と電子注入バッファ層1104aを構成する物質が界面で反応し、互いの機能が損なわれてし

10

20

30

40

50

まう等の相互作用を防ぐことができる。

【0099】

陰極側に設けられた発光ユニット1103bに注入された正孔は、陰極1102から注入された電子と再結合し、当該発光ユニット1103bに含まれる発光物質が発光する。また、陽極側に設けられた発光ユニット1103aに注入された電子は、陽極側から注入された正孔と再結合し、当該発光ユニット1103aに含まれる発光物質が発光する。よって、中間層1104において発生した正孔と電子は、それぞれ異なる発光ユニットにおいて発光に至る。

【0100】

なお、発光ユニット同士を接して設けることで、両者の間に中間層と同じ構成が形成される場合は、発光ユニット同士を接して設けることができる。具体的には、発光ユニットの一方の面に電荷発生領域が形成されていると、当該電荷発生領域は中間層の第1の電荷発生領域として機能するため、発光ユニット同士を接して設けることができる。

10

【0101】

なお、陰極とn番目の発光ユニットの間に中間層を設けることもできる。

【0102】

<発光素子に用いることができる材料>

次に、上述した構成を備える発光素子に用いることができる具体的な材料について、陽極、陰極、有機層、電荷発生領域、電子リレー層並びに電子注入バッファ層の順に説明する。

20

【0103】

<陽極に用いることができる材料>

陽極1101は、仕事関数の大きい(具体的には4.0eV以上が好ましい)金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることが好ましい。具体的には、例えば、インジウム錫酸化物(ITO: Indium Tin Oxide)、珪素若しくは酸化珪素を含有したインジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物(Indium Zinc Oxide)、酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム等が挙げられる。

【0104】

この他、金(Au)、白金(Pt)、ニッケル(Ni)、タングステン(W)、クロム(Cr)、モリブデン(Mo)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、銅(Cu)、パラジウム(Pd)、チタン(Ti)、または金属材料の窒化物(例えば、窒化チタン等)、モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物、チタン酸化物等が挙げられる。

30

【0105】

但し、陽極1101と接して第2の電荷発生領域を設ける場合には、仕事関数を考慮せずに様々な導電性材料を陽極1101に用いることができる。具体的には、仕事関数の大きい材料だけでなく、仕事関数の小さい材料を用いることもできる。第2の電荷発生領域を構成する材料については、第1の電荷発生領域と共に後述する。

【0106】

<陰極に用いることができる材料>

陰極1102は、仕事関数の小さい(具体的には4.0eV未満)材料が好ましいが、陰極1102に接して第1の電荷発生領域を、発光ユニット1103との間に設ける場合、陰極1102は仕事関数の大小に関わらず様々な導電性材料を用いることができる。

40

【0107】

なお、陰極1102および陽極1101のうち少なくとも一方を、可視光を透過する導電膜を用いて形成する。可視光を透過する導電膜としては、例えば酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化ケイ素を添加したインジウム錫酸化物などを挙げることができる。

50

また、光を透過する程度（好ましくは、5 nm以上30 nm以下程度）の金属薄膜を用いることもできる。

【0108】

<有機層に用いることができる材料>

上述した発光ユニット1103を構成する各層に用いることができる材料について、以下に具体例を示す。

【0109】

<正孔注入層>

正孔注入層は、正孔注入性の高い物質を含む層である。正孔注入性の高い物質としては、例えば、モリブデン酸化物やバナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物等を用いることができる。この他、フタロシアニン（略称：H₂Pc）や銅フタロシアニン（略称：CuPc）等のフタロシアニン系の化合物、或いはポリ（3,4-エチレンジオキシチオフェン）/ポリ（スチレンスルホン酸）（PEDOT/PSS）等の高分子等によっても正孔注入層を形成することができる。

10

【0110】

なお、正孔注入層の代わりに第2の電荷発生領域を用いてもよい。第2の電荷発生領域を用いると、仕事関数を考慮せずに様々な導電性材料を陽極1101に用いることができるのは前述の通りである。第2の電荷発生領域を構成する材料については第1の電荷発生領域と共に後述する。

【0111】

<正孔輸送層>

正孔輸送層は、正孔輸送性の高い物質を含む層である。正孔輸送層は、単層に限られず正孔輸送性の高い物質を含む層を二層以上積層したものでよい。電子よりも正孔の輸送性の高い物質であればよく、特に $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質が、発光素子の駆動電圧を低減できるため好ましい。

20

【0112】

<発光層>

発光層は、発光物質を含む層である。発光層は、単層に限られず発光物質を含む層を二層以上積層したものでよい。発光物質は蛍光性化合物や、燐光性化合物を用いることができる。発光物質に燐光性化合物を用いると、発光素子の発光効率を高められるため好ましい。

30

【0113】

発光物質は、ホスト材料に分散させて用いるのが好ましい。ホスト材料としては、その励起エネルギーが、発光物質の励起エネルギーよりも大きなものが好ましい。

【0114】

<電子輸送層>

電子輸送層は、電子輸送性の高い物質を含む層である。電子輸送層は、単層に限られず電子輸送性の高い物質を含む層を二層以上積層したものでよい。正孔よりも電子の輸送性の高い物質であればよく、特に $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質が、発光素子の駆動電圧を低減できるため好ましい。

40

【0115】

<電子注入層>

電子注入層は、電子注入性の高い物質を含む層である。電子注入層は、単層に限られず電子注入性の高い物質を含む層を二層以上積層したものでよい。電子注入層を設ける構成とすることで陰極1102からの電子の注入効率が高まり、発光素子の駆動電圧を低減できるため好ましい。

【0116】

電子注入性の高い物質としては、例えばリチウム（Li）、セシウム（Cs）、カルシウム（Ca）、フッ化リチウム（LiF）、フッ化セシウム（CsF）、フッ化カルシウム（CaF₂）等のアルカリ金属、アルカリ土類金属またはこれらの化合物が挙げられる

50

。また電子輸送性を有する物質中にアルカリ金属又はアルカリ土類金属、マグネシウム (Mg) 又はそれらの化合物を含有させたもの、例えば Alq 中にマグネシウム (Mg) を含有させたもの等を用いることもできる。

【0117】

< 電荷発生領域に用いることができる材料 >

第1の電荷発生領域 1104c、及び第2の電荷発生領域は、正孔輸送性の高い物質とアクセプター性物質を含む領域である。なお、電荷発生領域は、同一膜中に正孔輸送性の高い物質とアクセプター性物質を含有する場合だけでなく、正孔輸送性の高い物質を含む層とアクセプター性物質を含む層とが積層されていても良い。但し、陰極に接して設けられる第1の電荷発生領域が積層構造の場合には、正孔輸送性の高い物質を含む層が陰極 1102 と接する構造となる。陽極に接して設けられる第2の電荷発生領域が積層構造の場合には、アクセプター性物質を含む層が陽極 1101 と接する構造となる。

10

【0118】

なお、電荷発生領域において、正孔輸送性の高い物質に対して質量比で、0.1以上4.0以下の比率でアクセプター性物質を添加することが好ましい。

【0119】

電荷発生領域に用いるアクセプター性物質としては、遷移金属酸化物、特に元素周期表における第4族乃至第8族に属する金属の酸化物が好ましい。具体的には、酸化モリブデンが特に好ましい。なお、酸化モリブデンは、吸湿性が低いという特徴を有している。

【0120】

20

また、電荷発生領域に用いる正孔輸送性の高い物質としては、芳香族アミン化合物、カルバゾール誘導体、芳香族炭化水素、高分子化合物 (オリゴマー、 dendrimer、ポリマーを含む) など、種々の有機化合物を用いることができる。具体的には、 $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質であることが好ましい。但し、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものを用いてもよい。

【0121】

< 電子リレー層に用いることができる材料 >

電子リレー層 1104b は、第1の電荷発生領域 1104c においてアクセプター性物質がひき抜いた電子を速やかに受け取ることができる層である。従って、電子リレー層 1104b は、電子輸送性の高い物質を含む層であり、またその LUMO 準位は、第1の電荷発生領域 1104c におけるアクセプター性物質のアクセプター準位と、発光ユニット 1103 の LUMO 準位との間に位置する。具体的には、およそ -5.0 eV 以上 -3.0 eV 以下とするのが好ましい。

30

【0122】

電子リレー層 1104b に用いる物質としては、例えば、ペリレン誘導体や、含窒素縮合芳香族化合物が挙げられる。なお、含窒素縮合芳香族化合物は、安定な化合物であるため電子リレー層 1104b に用いる物質として好ましい。さらに、含窒素縮合芳香族化合物のうち、シアノ基やフッ素などの電子吸引基を有する化合物を用いることにより、電子リレー層 1104b における電子の受け取りがさらに容易になるため、好ましい。

【0123】

40

< 電子注入バッファ層に用いることができる材料 >

電子注入バッファ層 1104a は、第1の電荷発生領域 1104c から発光ユニット 1103a への電子の注入を容易にする層である。電子注入バッファ層 1104a を第1の電荷発生領域 1104c と発光ユニット 1103a の間に設けることにより、両者の注入障壁を緩和することができる。

【0124】

電子注入バッファ層 1104a には、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、およびこれらの化合物 (アルカリ金属化合物 (酸化リチウム等の酸化物、ハロゲン化物、炭酸リチウムや炭酸セシウム等の炭酸塩を含む)、アルカリ土類金属化合物 (酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む)、または希土類金属の化合物 (酸化物、ハロゲン化物、炭酸

50

塩を含む))等の電子注入性の高い物質を用いることが可能である。

【0125】

また、電子注入バッファ層1104aが、電子輸送性の高い物質とドナー性物質を含んで形成される場合には、電子輸送性の高い物質に対して質量比で、0.001以上0.1以下の比率でドナー性物質を添加することが好ましい。なお、ドナー性物質としては、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、およびこれらの化合物(アルカリ金属化合物(酸化リチウム等の酸化物、ハロゲン化物、炭酸リチウムや炭酸セシウム等の炭酸塩を含む)、アルカリ土類金属化合物(酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む)、または希土類金属の化合物(酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む))の他、テトラチアナフタセン(略称:TTN)、ニッケロセン、デカメチルニッケロセン等の有機化合物を用いること

10

【0126】

<発光素子の作製方法>

発光素子の作製方法の一態様について説明する。下部電極上にこれらの層を適宜組み合わせさせて有機層を形成する。有機層は、それに用いる材料に応じて種々の方法(例えば、乾式法や湿式法等)を用いることができ、例えば、真空蒸着法、インクジェット法またはスピコート法などを選んで用いればよい。また、各層で異なる方法を用いて形成してもよい。有機層上に上部電極を形成し、発光素子を作製する。

20

【0127】

以上のような材料を組み合わせることにより、本実施の形態に示す発光素子を作製することができる。この発光素子からは、上述した発光物質からの発光が得られ、その発光色は発光物質の種類を変えることにより選択できる。

【0128】

また、発光色の異なる複数の発光物質を用いることにより、発光スペクトルの幅を広げて、例えば白色発光を得ることもできる。白色発光を得る場合には、例えば、発光物質を含む層を少なくとも2つ備える構成とし、それぞれの層を互いに補色の関係にある色を呈する光を発するように構成すればよい。具体的な補色の関係としては、例えば青色と黄色、あるいは青緑色と赤色等が挙げられる。

30

【0129】

さらに、演色性の良い白色発光を得る場合には、発光スペクトルが可視光全域に広がるものが好ましく、例えば、一つの発光素子が青色を呈する光を発する層、緑色を呈する光を発する層、赤色を呈する光を発する層を備える構成とすればよい。

【0130】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【実施例】

【0131】

図7(A)は、実施例の発光素子の隔壁とスペーサ(凸部)の断面構造を示す写真であり、図7(B)は、図7(A)に示すスペーサの側面及び隔壁の側面によって形成されたくびれ153を拡大した写真であり、図7(C)は、図7(A)に示す領域154を拡大した写真である。

40

【0132】

本実施例は、図4(B)に示すスペーサ155の配置と同様のものであり、隔壁150の表面の傾斜部にスペーサ155の端部を配置したものである。

【0133】

本実施例の発光素子を構成する材料は下記のとおりである。

第1及び第2の下部電極118a, 118b: ランタンを含むアルミニウム-ニッケル合金膜(膜厚200nm)とチタン膜(膜厚6nm)の積層

50

マイクロキャビティ構造 149 : 酸化珪素を含むインジウム錫酸化物 (ITO) 膜 (青色の発光部に含まれる発光素子では膜厚 0 nm、緑色の発光部に含まれる発光素子では膜厚 40 nm、赤色の発光部に含まれる発光素子では、膜厚 80 nm とした。)

隔壁 150 : 茶色レジスト材料 (460nm、540nm、620nm の波長でそれぞれ透過率 50% 以下である着色された絶縁材料)

スペーサ 155 : ポジ型感光性ポリイミド

第 1 の発光ユニット 141 : 正孔輸送性のアントラセン誘導体及び酸化モリブデンを含む複合材料層 (正孔注入層、膜厚 20 nm)、正孔輸送層 (膜厚 20 nm)、青色の発光層 (膜厚 30 nm)、及び電子輸送層 (膜厚 20 nm) の積層

中間層 142 : 酸化リチウム膜 (膜厚 0.1 nm) と、銅フタロシアニン膜 (膜厚 2 nm) と、正孔輸送性のアントラセン誘導体及び酸化モリブデンを含む複合材料膜 (膜厚 20 nm) の積層

第 2 の発光ユニット 143 : 正孔輸送層 (膜厚 20 nm)、緑色の発光層 (膜厚 20 nm)、赤色の発光層 (膜厚 20 nm)、電子輸送層 (膜厚 30 nm)、及び電子注入層 (膜厚 1 nm) の積層

上部電極 122 : 銀 - マグネシウム合金膜 (膜厚 15 nm) 及び ITO (膜厚 70 nm) の積層

【0134】

本実施例の発光素子の作製方法は次のとおりである。

TFE 基板に第 1 及び第 2 の下部電極 (陽極) まで形成した後、第 1 及び第 2 の下部電極上にフォトリソ膜を形成し、このフォトリソ膜を露光及び現像することにより、第 1 及び第 2 の下部電極それぞれの端部を覆うようにレジスト材料からなる隔壁が形成される。このレジスト材料は、例えば茶色に着色された光吸収のある材料である。

【0135】

次に、この隔壁上にポジ型感光性樹脂として例えばポジ型感光性ポリイミド膜を形成し、ポジ型感光性ポリイミド膜を露光及び現像することにより、隔壁上にポジ型感光性ポリイミド膜からなるスペーサが形成される。このように着色された隔壁の上にポジ型感光性樹脂でスペーサを形成すると、ポジ型感光性ポリイミド膜の露光時に着色された隔壁に光が吸収されて着色された隔壁の温度が上がり、光反応が進みやすくなる。スペーサの中でも特に着色された隔壁と接している底面の光反応が進みやすくなる。このため、着色された隔壁に接している底面のみでテーパの大きい構造 (くびれ) を作ることが出来る。従って、隔壁と隔壁上のスペーサの 2 層構造で、くびれを有する構造物が形成される。

【0136】

次に、第 1 及び第 2 の下部電極、隔壁及びスペーサの上に蒸着法により第 1 の発光ユニットを形成し、第 1 の発光ユニット上に蒸着法により中間層を形成する。第 1 の発光ユニットはキャリア注入層である正孔注入層を有する。次に、中間層上に蒸着法により第 2 の発光ユニットを形成し、第 2 の発光ユニット上に上部電極を形成する。なお、中間層やキャリア注入層は薄膜化することが好ましく、上部電極は段切れさせないことが好ましい。

【0137】

着色された隔壁を使用することにはクロストーク対策以外に、視野角依存性対策という意味合いもある。隔壁に着色することで、パネルを斜めから見た際の、隣接画素の発光の混色を防ぐことが可能であるので好ましい。

【0138】

図 8 ~ 図 9 は、図 7 (B) と同様の断面を示す写真であり、くびれの高さ等を詳細に説明するためのものである。

【0139】

図 8 (A) に示すように、スペーサ 155 の最も出っ張っている点をポイント E とし、そのポイント E から隔壁 150 の被形成面又は第 1 の基板の表面に対して引いた垂線と隔壁 150 との交点をポイント F とする。ポイント E と F の距離をくびれの高さ L1 と定義する。また、図 7 (C) に示すように、第 1 の発光ユニット 141 から上部電極 122 ま

10

20

30

40

50

での厚みを A 2 とし、第 1 の発光ユニット 1 4 1 から中間層 1 4 2 までの厚みを A 1 とする。なお、A 1、A 2 は、それぞれ、第 1 の基板の表面又は第 2 の下部電極 1 1 8 b の被形成面（発光素子の被形成面）に対して引いた垂線上の厚さである。

【0140】

本実施例の発光素子の具体的な寸法は、くびれの高さ L 1 が 2 3 0 nm であり、厚み A 1 が 1 1 0 nm であり、厚み A 2 が 2 8 0 nm である。

【0141】

上記の寸法 L 1、A 1、A 2 は、下記式 (1) を満たす。

$$A 1 < L 1 \quad A 2 \quad \cdots (1)$$

【0142】

本実施例は、上記式 (1) を満たすため、最上層の発光ユニットの発光層の下の導電性の高い層である中間層やキャリア注入層（複合材料層）を段切れする構造である。

つまり、本実施例では、隔壁上にスペースをたて、くびれを形成し、くびれの高さ L 1 は、有機層の中間層までの厚み A 1 より厚く、有機層と上部電極を合わせた厚み A 2 以下である。その結果、有機層の中でも特に抵抗の低い中間層とキャリア注入層を段切れさせられることが確認された。また、最もくびれている部分に、有機層の側面が接している構造として段差を埋めた結果、上部電極が段切れしない構造とできることが確認された。

【0143】

図 7 (C)、図 8 (A) に示すように、ポイント E と F の距離であるくびれの高さ L 1 が、第 1 の発光ユニットから中間層までの厚み A 1 よりも大きいと、第 1 の発光ユニットと中間層が段切れすることが確認された。また、ポイント E と F の距離であるくびれの高さ L 1 が、第 1 の発光ユニットから上部電極までの厚み A 2 以下であると、第 1 の発光ユニットと中間層が段切れし、かつ、上部電極が段切れしないことが確認された。

【0144】

図 8 (B) に示すように、点線 H に囲まれる領域において、くびれを有機層が埋めることにより、上部電極にとってのくびれの高さは、有機層にとってのくびれの高さよりも小さくなる。

【0145】

図 8 (C) に示すように、ポイント E から隔壁の被形成面又は基板の表面に対して引いた垂線と第 2 の発光ユニットの表面との交点をポイント J とする。ポイント J とポイント E の距離を L 2 とする。この距離 L 2 が上部電極にとってのくびれの高さに相当するため、距離 L 2 が上部電極の厚み A 3 よりも薄ければ上部電極が段切れしないことも確認された。なお、A 3 は、第 1 の基板の表面又は下部電極の被形成面（発光素子の被形成面）に対して引いた垂線上の上部電極の厚さである（図 7 (C) 参照）。

【0146】

図 9 に示すように、最もくびれているポイント L から隔壁 1 5 0 側に微小距離離れた点と、ポイント L とを結んだ直線を直線 N とし、基板の表面に平行な直線を直線 K とする。ここで、有機層の中間層の膜厚以上の高さのくびれを作るため、直線 N と直線 K のなす角が、0 より大きく、隔壁 1 5 0 に傾斜がついていることが好ましい。くびれの高さ L 1 が高くなるように隔壁 1 5 0 に傾斜をつけることで、くびれの高さ L 1 が、第 1 の発光ユニット 1 4 1 から中間層 1 4 2 までの厚み A 1 よりも大きいという条件を満たしやすくなる。

【0147】

図 1 0 は、本実施例の発光素子を備えた発光パネルを 1 5 0 c d / m ² の青単色で表示させた状態を示す写真である。

図 1 1 (A) は、比較例の発光素子の隔壁の断面構造を示す写真であり、図 1 1 (B) は、比較例の発光素子を備えた発光パネルを 1 5 0 c d / m ² の青単色で表示させた状態を示す写真である。

なお、図 1 0 及び図 1 1 (B) では、青色を呈する光を射出する副画素は B、緑色を呈する光を射出する副画素は G、赤色を呈する光を射出する副画素は R、で示した。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 8 】

図 1 1 (A) に示す比較例の発光素子は、図 7 (A) に示す実施例の発光素子からスペーサを除いたものであり、スペーサを形成しない点以外は実施例の発光素子の作製方法と同様の方法によって作製されたものである。

【 0 1 4 9 】

図 1 1 に示す比較例の発光パネルでは、導電性の高い中間層を介して隣接するタンデム素子に電流がリークし、隣接画素の赤ライン及び緑ラインが発光してクロストーク現象が発生している。これに対し、図 1 0 に示す本実施例の発光パネルでは、スペーサと隔壁によって作られるくびれにおいて第 1 の発光ユニット及び導電性の高い中間層を段切れさせているため、中間層を介して隣接するタンデム素子に電流がリークすることを抑制でき、隣接画素の赤ライン及び緑ラインが発光するというクロストーク現象の発生を抑制できることが確認された。

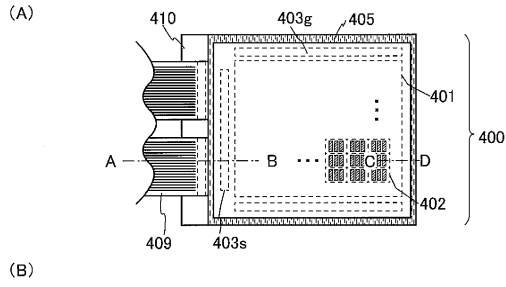
10

【 符号の説明 】

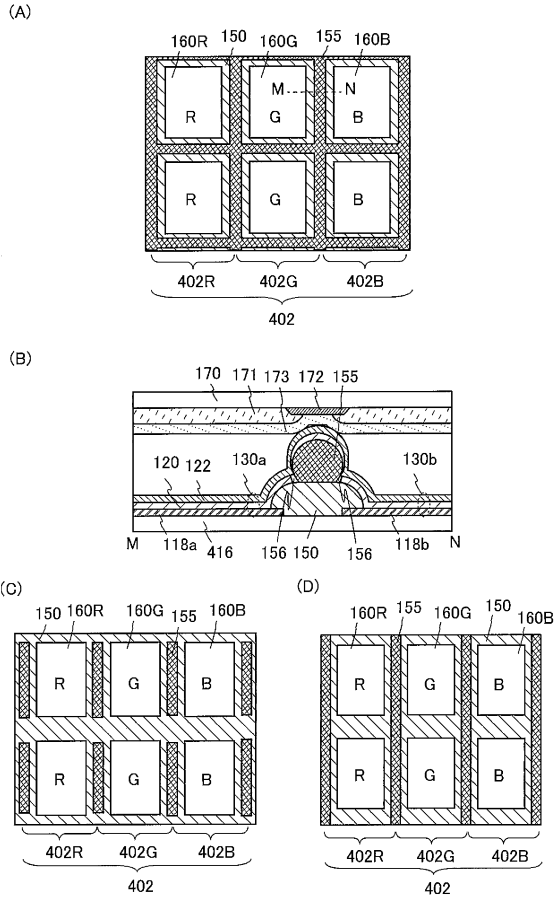
【 0 1 5 0 】

1 1 8 a	第 1 の下部電極	
1 1 8 b	第 2 の下部電極	
1 2 0	有機層	
1 2 2	上部電極	
1 3 0 a	発光素子	
1 3 0 b	発光素子	20
1 4 1	第 1 の発光ユニット	
1 4 2	中間層	
1 4 3	第 2 の発光ユニット	
1 5 0	隔壁	
1 5 3	くびれ	
1 5 5	スペーサ (凸部)	
1 5 6	空間 (空隙)	
1 6 0 R	赤色発光部	
1 6 0 G	緑色発光部	
1 6 0 B	青色発光部	30
1 7 0	第 2 の基板 (対向基板)	
1 7 1	カラーフィルタ	
1 7 2	ブラックマトリクス	
1 7 3	オーバーコート層	
4 0 0	表示パネル	
4 0 1	表示部	
4 0 2	画素	
4 0 2 B	青色を呈する光を射出する副画素	
4 0 2 G	緑色を呈する光を射出する副画素	
4 0 2 R	赤色を呈する光を射出する副画素	40
4 0 3 g	ゲート側の駆動回路部	
4 0 3 s	ソース側の駆動回路部	
4 0 5	シール材	
4 0 8	引き回し配線	
4 0 9	F P C (フレキシブルプリントサーキット)	
4 1 0	第 1 の基板	
4 1 1	スイッチング用のトランジスタ	
4 1 2	電流制御用のトランジスタ	
4 1 6	絶縁層	
4 5 0 G	発光モジュール	50

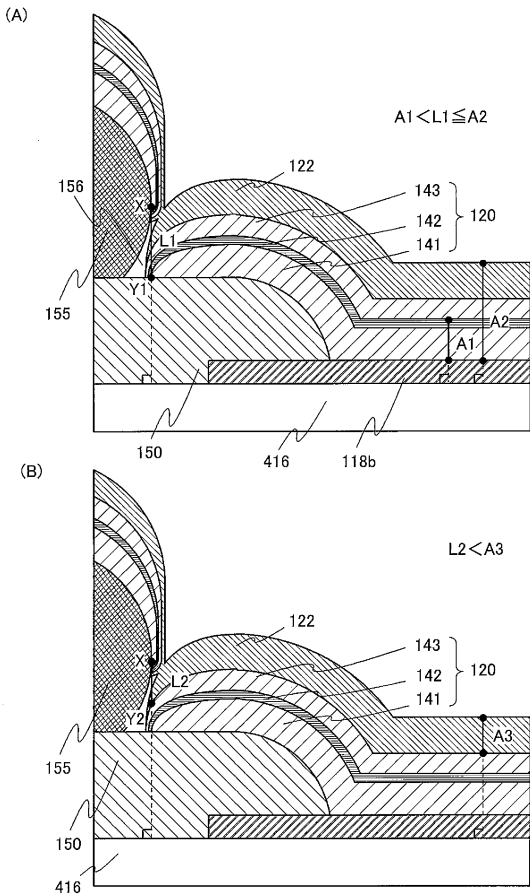
【図 1】



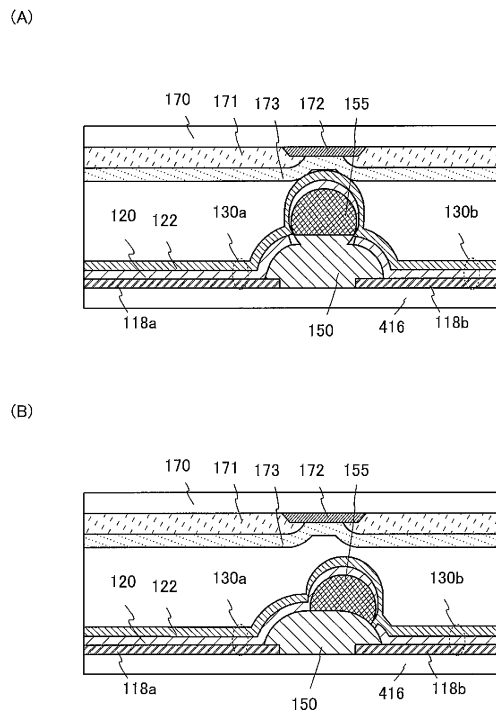
【図 2】



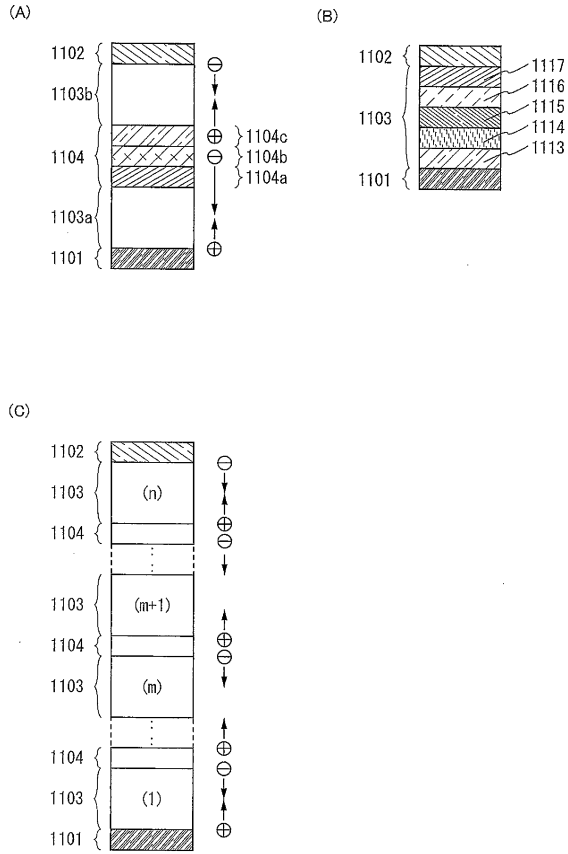
【図 3】



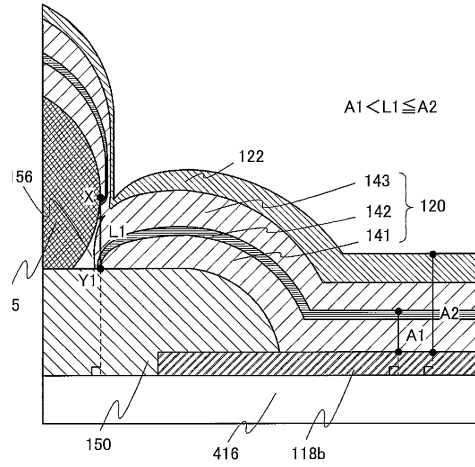
【図 4】



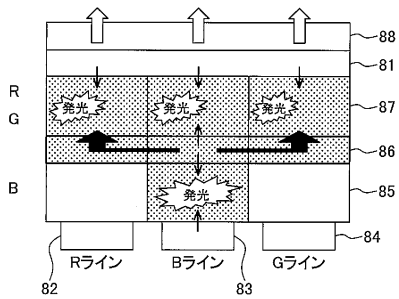
【図5】



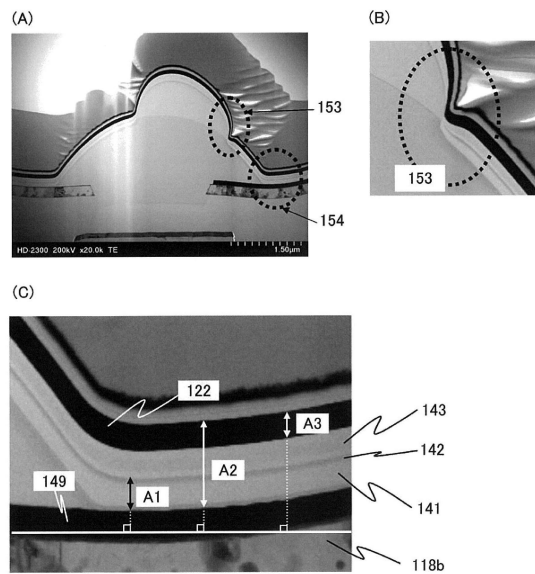
【図6】



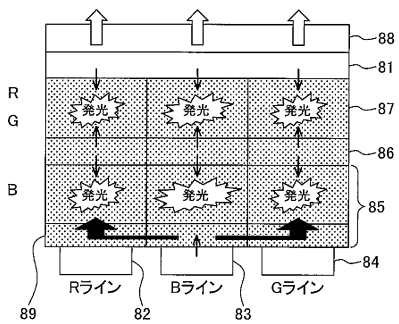
【図12】



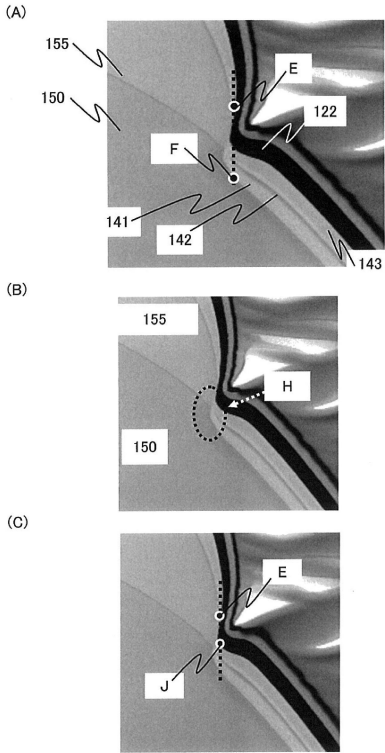
【図7】



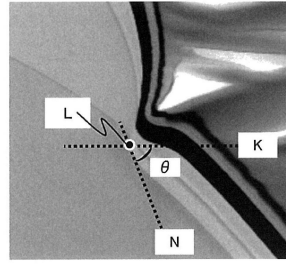
【図13】



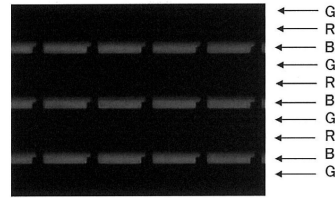
【 8 】



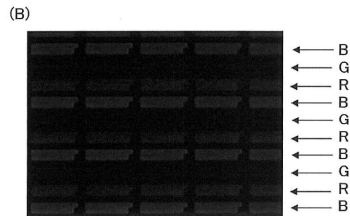
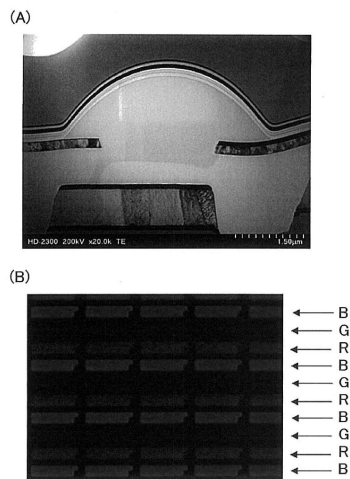
【 9 】



【 10 】



【 11 】



フロントページの続き

- (72)発明者 千田 尚之
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
- (72)発明者 二星 学
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 菊池 克浩
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 川戸 伸一
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 越智 貴志
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 塚本 優人
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 小坂 知裕
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 大崎 智文
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

審査官 辻本 寛司

- (56)参考文献 特開2012-190794(JP,A)
米国特許出願公開第2007/0252524(US,A1)
特開2005-251497(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| H05B | 33/22 |
| H01L | 51/50 |
| H05B | 33/12 |